

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-042251

(43)Date of publication of application : 16.02.2001

(51)Int.Cl.

G02B 27/02

G03B 21/60

G09F 9/00

(21)Application number : 11-221017

(22)Date of filing : 04.08.1999

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

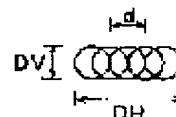
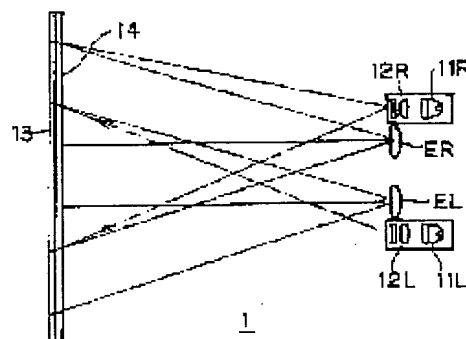
(72)Inventor :
UEDA HIROAKI
ISHIBASHI KENJI
KOBAYASHI YASUSHI
KASAI ICHIRO
ENDO TAKESHI
TANIJIRI YASUSHI

(54) VIDEO DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a bright video without vignetting and crosstalk by arranging an optical device proximately to a screen and enlarging luminous flux from respective points of a display means so that an enlargement ratio may differ in two orthogonal directions.

SOLUTION: A diffraction optical device 14 is a holographic optical device, and is arranged proximately to the reflection surface of the screen 13. The optical device 14 transmits and diffracts light from projection optical systems 12L and 12R so as to enlarge the luminous flux from the respective points of the video of liquid crystal display devices 11L and 11R included in the light from the optical systems 12L and 12R. The width DV in a vertical direction of the luminous flux from the same point of the video on the display devices 11L and 11R reflected on the screen 13 is the same as the diameter (d) of the exit pupil of the optical systems 12L and 12R and the width DH of the luminous flux in a horizontal direction is made larger than the diameter (d) of the exit pupil. The adjacent luminous flux is superposed and the video without vignetting at right and left ends is easily provided.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention is used in the field of image offers including a virtual reality about the display unit which displays the image of the wide field of view.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order that the virtual reality which offers the reality of imagination with rich presence may spread splendidly and may offer the image of the wide field of view in recent years, the display unit of various methods is developed. There are some which are used for one of such the display units on a head, holding by hand or being equipped with so that a screen may be located before it while expanding the image displayed on the drop by the incident-light study system and projecting on a screen. It is necessary to give an observer light from all the parts of a screen, and, for this reason, the screen which has the screen which has diffuse reflection nature, or reflective ability is used in the display unit of this method.

[0003] When using the screen which has diffuse reflection nature, in order that the degree of diffusion of light may be dependent on the incident angle of the light to a screen, a difference arises from each part grade of a screen in the amount of the light which turns on an observer, and the luminosity of the image offered tends to become uneven. Moreover, the light on which it was projected will progress in all the directions from a screen, its light given to an observer decreases, and the fall of the luminosity of the image observed is not avoided. And when giving the image which has parallax in an eye on either side and raising a cubic effect, the cross talk the light of the image for left eyes carries out [a cross talk] incidence to a right eye, or the light of the image for right eyes carries out [a cross talk] incidence to a left eye occurs, and in order to avoid this, it will be necessary to have a special means.

[0004] the light projected from every part of a screen by projecting light towards a screen from the direction of an observer's eye since the light which carries out incidence to which part of a screen was also strong in the direction of incidence and it was reflected on the other hand when using the screen which has reflective ability — all can almost be led to an observer's eye. For this reason, it is bright and it is possible to offer the image which there is no unevenness in a luminosity and a cross talk does not have, either. It can also consider as a setup which the image for left eyes and the image for right eyes overlap on a screen.

[0005] However, it is difficult to make equipment lightweight small so that it may be suitable for a use form, enlarging **** of an image, in order to make observation easy, since the path of the flux of light which expresses each point of the image in **** of the image with which an observer is provided, i.e., the position of an eye, with the screen which has reflective ability is prescribed by only the distance from the path and screen of an exit pupil of an incident-light study system to an eye. For example, if the exit pupil of an incident-light study system is enlarged, enlargement and weight-izing of an incident-light study system will be caused, and if distance from an eye to a screen is lengthened, equipment will be enlarged inevitably.

[0006] A diffusion layer is prepared in the front face of a retroreflection layer, and the screen equipped with reflective ability and diffusibility is proposed by JP,6-75303,A. If such a screen is used, since the flux of light showing each point of an image will be expanded by the diffusion layer, the demerit of reflective ability will be compensated and it is expected that the small lightweight display unit which offers the large image of **** is realizable.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] People's visual field is large in the level (right and left) direction, and small in the perpendicular (upper and lower sides) direction. However, on the screen of the above-mentioned official report, in order to expand the flux of light isotropic according to a diffusion layer, either the superfluous expansion to a perpendicular direction or the inadequate expansion to a horizontal direction will be caused at least. That is, when expansion of the flux of light is performed so that it may agree within a horizontal visual field, perpendicularly, it will expand exceeding a visual field, and if expansion of the flux of light is conversely performed so that it may agree within a vertical visual field, horizontally, an expansion result which does not reach the whole visual field will be brought.

[0008] If expansion of the flux of light is superfluous, a useless light which cannot become dark and cannot carry out incidence to an eye will produce the image to offer. If expansion of the flux of light runs short, depending on the sense of an optical axis of an observer's eye, i.e., the direction, the situation where a part of light showing an image does not carry out incidence to an eye will arise, and lack, i.e., an eclipse, will occur on a part of image to offer.

[0009] It can be compensated with increasing the quantity of light of the drop which displays an image that the image offered by superfluous expansion of the flux of light becomes dark. However, if it is made such, when it will be necessary to make highly efficient the light source which illuminates the drop itself or a drop and the manufacturing cost of equipment will rise, power consumption increases and a running cost also goes up. And when offering the image which has parallax in an eye on either side, a superfluous expansion of the flux of light causes a cross talk. On the screen of the above-mentioned official report, the consideration about how many the flux of lights are expanded according to a diffusion layer is not made.

[0010] this invention was made in view of such a trouble, and it is the method which projects an image on a screen, is bright, and it aims at realizing the small lightweight display unit which offers the image which neither an eclipse nor a cross talk has.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The screen which has reflective ability in this invention in order to attain the above-mentioned purpose, The incident-light study system which forms in a screen the image to which the image which projected the light from a display means to display an image, and a display means, and was displayed on the display

means was expanded, While approaching a screen, being arranged between an incident-light study system and a screen and making the light from an incident-light study system penetrate, a display unit consists of expansion meanses to expand the flux of light from each point of the display means included in light from an incident-light study system so that dilation ratios may differ by the 2-way which intersects perpendicularly.

[0012] This display unit forms the expansion image of the image of a display means in a screen by the incident-light study system, and provides an observer with this image. The screen has reflective ability and an expansion means to make the light from an incident-light study system penetrate is arranged between the incident-light study system and the screen. An observer can observe the image formed in a screen by seeing a screen through an expansion means from the direction as for which the light from an incident-light study system carries out incidence.

[0013] An expansion means also expands the flux of light which expanded the flux of light from each point of the display means included in light from the incident-light study system which faces to a screen, and was reflected on the screen. Here, since an expansion means approaches a screen and is arranged, on a screen, small expansion of the flux of light which penetrates an expansion means and faces to a screen is carried out very much. Therefore, the image which the image formed in a screen does not fade by expansion operation of an expansion means, and is offered is clear.

[0014] On the other hand, the reflected light from a screen results in an observer's eye, increasing and expanding the inclination expanded by penetrating an expansion means again. The path of the flux of light which expresses by this each point of the image with which an observer is provided increases.

[0015] The dilation ratios of an expansion means differ by the 2-way which intersects perpendicularly, and expansion of the flux of light from each point of a display means is performed in different direction. The grade of expansion of the flux of light can be made to agree in the size of a visual field also perpendicularly also horizontally by making the large direction and the small direction of a dilation ratio correspond in the direction of an observer's level visual field, and the direction of a perpendicular visual field, respectively. This is enabled to avoid simultaneously the both sides of the eclipse of the image by a fall and the shortage of expansion of the quantity of light by superfluous expansion of the flux of light, and a bright high quality image can be offered.

[0016] An expansion means may expand the flux of light from each point of a display means to the 2-way which intersects perpendicularly, as long as it may expand the flux of light from each point of a display means in the one direction and dilation ratios differ by the 2-way.

[0017] Let an expansion means be the diffraction element to which diffraction separates into and the flux of light is expanded. If a diffraction element is used as an expansion means, it is dependent on a setup of diffraction conditions, and it is possible to choose freely the order of diffraction, an angle of diffraction, and diffraction intensity, and, thereby, the intensity distribution of the grade of expansion of the flux of light and the flux of light after expansion can be set up freely. By making intensity of the flux of light after expansion into abbreviation homogeneity from a center section to a periphery, it becomes possible to make the luminosity of an image regularly irrespective of the sense of an eye.

[0018] The screen which has reflective ability in this invention again in order to attain the aforementioned purpose, With one pair of display meanses to display individually the image for left eyes, and the image for right eyes, the light from one pair of display meanses is projected, respectively. While approaching a screen, being arranged between one pair of incident-light study systems which form in a screen the image to which the image displayed on the display means was expanded, and an incident-light study system and a screen and making the light from an incident-light study system penetrate A display unit is constituted from an expansion means to expand the flux of light from each point of the display means included in light from an incident-light study system, and it is made to fill the relation of the following formula 1.

$$2\sin(\theta/2) \leq D \leq 2[W - r\sin(\theta/2)]$$

the — formula 1 — r is the width of face of the direction where the distance of the winding center of an observer's eye and a pupil and θ are parallel to the straight line which connects the eye of right and left of the flux of light from each point of a display means [in / the position of an observer's eye / an observer's level angle of visibility and W , and] at the interval of the eye of right and left of an

[0019] This display unit is projected on the screen which displays individually the image for left eyes, and the image for right eyes, and has reflective ability, and when displaying two images which have parallax and offering a three-dimensional image, it is used. Between the incident-light study system and the screen, an expansion means to make the light from an incident-light study system penetrate is arranged. An observer can observe the image formed in a screen by seeing a screen through an expansion means from the direction as for which the light from an incident-light study system carries out incidence.

[0020] An expansion means also expands the flux of light which expanded the flux of light from each point of the display means included in light from the incident-light study system which faces to a screen, and was reflected on the screen. It is possible to increase the path of the flux of light from each point which constitutes the image, forming a clear image in a screen as mentioned above, since an expansion means approaches a screen and is arranged.

[0021] alienation of the both eyes of the expanded flux of light with which D is led to each eye of an observer in a formula 1 — the width of face along the direction is expressed, an eclipse arises on the image which will be offered if this value is too small, and if too conversely large, a cross talk will arise Left part expresses the length of the bowstring of the eyeball corresponding to an observer's horizontal angle of visibility, and if the width of face D of the flux of light is beyond the value of left part, even if an observer turns an eye in which direction within the angle of visibility, a pupil will go into the interior of the flux of light. The pupil of the eye of another side does not enter into the flux of light which the right-hand side expresses the length which subtracted the length of an above-mentioned bowstring from the double precision of the clearance of both eyes, and expresses the image with which one eye is provided if the width of face D of the flux of light is below the value of the right-hand side.

[0022] Since the minimum of the width of face of the flux of light after expansion is defined so that a pupil on either side may enter certainly into each flux of light which constitutes the image with which an eye on either side is provided from this display unit, an eclipse is not produced on the image to offer. Moreover, although projected on the light of the image for left eyes, and the light of the image for right eyes by the same screen, since an upper limit is set to expansion of the flux of light by the expansion means and separation is ensured while the reflective ability of a screen separates the light of both images, a cross talk is not produced, either.

[0023] In each above-mentioned display unit, an expansion means can expand the flux of light from each point of the periphery of a display means with a bigger dilation ratio than the flux of light from each point of the center section of the display means. Although it is easy to produce an eclipse in the periphery of an image, it is carrying out such and it becomes easy to fill the relation of the sign of inequality of the conditioning for preventing an eclipse, for example, the left-hand side of a formula 1.

[0024] You may make it have the combiner which leads the light from an incident-light study system to a screen, and

leads the light from a screen to an observer's eye: A part of either of the optical paths which result in an observer's eye will be turned up from the optical path from an incident-light study system to a screen, and a screen, and an incident-light study system can be arranged to a position equivalent to an observer's eye, or its very near. The center of each flux of light of expressing each point of an image certainly comes to pass along an observer's eye by this, and a setup of the dilation ratio of the expansion means for preventing generating of loss of light, an eclipse, and a cross talk becomes easy.

[0025] The light from a screen is led to an observer's eye, and you may make it have the eyepiece optical system which gives an observer the virtual image of the image formed in the screen. It can become possible to expand the image on a screen further with eyepiece optical system, and the visual field of the image to offer can be further made large, and equipment can be made small more.

[0026]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, it explains, referring to a drawing about the display unit of this invention. The composition of the display unit 1 of the 1st operation gestalt is shown in drawing 1. Drawing 1 is the plan of a display unit 1. The display unit 1 is equipped with one pair of liquid crystal displays 11L and 11R, one pair of incident-light study systems 12L and 12R, the screen 13, and the diffraction optical element 14.

[0027] Liquid crystal displays 11L and 11R are penetrated types, modulate the light from the back light light source with the image which displayed and displayed the two-dimensional image on the liquid crystal panel, and inject. Liquid crystal displays 11L and 11R display the image for providing for the eyes EL and ER of right and left of an observer, respectively. The high image of a cubic effect can be offered by giving parallax to two images displayed on liquid crystal displays 11L and 11R.

[0028] The incident-light study systems 12L and 12R turn and project the light injected from liquid crystal displays 11L and 11R on a screen 13, respectively, and it is made they to carry out image formation on a screen 13. The image formed in a screen 13 is what expanded the image displayed on liquid crystal displays 11L and 11R, and is crossed to the latus range. Incident-light study system 12L is arranged in the position where the exit pupil becomes near the same height as an observer's left eye EL, and the left eye EL, and incident-light study system 12R is arranged similarly in the position which becomes near the height as an observer's right eye ER with the same exit pupil, and the right eye ER. An observer will observe [of the light to a screen 13] the image on a screen 13 from incidence.

[0029] The optical axis of the incident-light study systems 12L and 12R is parallel, and the screen 13 is perpendicularly arranged to the optical axis of the incident-light study systems 12L and 12R. As for the image for left eyes formed in a screen 13, and the image for right eyes, parts overlap.

[0030] the light which the screen 13 has reflective ability and carries out incidence — all are almost reflected in the direction of incidence. The light on which it was projected from the incident-light study systems 12L and 12R will be reflected towards the incident-light study systems 12L and 12R, respectively, and the light of the image for left eyes and the image for right eyes which has lapped on the screen 13 is separated in an observer's position.

[0031] The diffraction optical element 14 is a holographic optical element, approaches the reflector of a screen 13 and is arranged. The diffraction optical element 14 is made to diffract and expands the flux of light from each point of the image of the liquid crystal displays 11L and 11R contained in light from the incident-light study systems 12L and 12R while it makes the light from the incident-light study systems 12L and 12R penetrate.

[0032] A part of screen 13 and diffraction optical element 14 are expanded, and it is shown in drawing 2. A screen 13 arranges the diameter of about 10 micrometers, or very minute glass-bead 13a not more than it to a plane, and is produced by preparing reflective film 13b in a tooth back. The light which carries out incidence to each glass-bead 13a is refracted on a front face, arrives at the tooth back of a bead, and is reflected by reflective film 13b. The light reflected by reflective film 13b is again refracted on a front face, and only the minute distance below the diameter of glass-bead 13a is estranged from an incident light, and progresses an optical path parallel to an incident light. Thereby, reflective ability is realized.

[0033] The diffraction optical element 14 is set up so that 1-dimensional diffraction may be produced. the direction of diffraction by the diffraction optical element 14 — alienation of the eyes EL and ER on either side — it is a direction of an observer's level visual field, i.e., the direction. The diffraction optical element 14 takes for an example the case where the three diffracted lights, -1 order, zero-order, and the 1st [+] order, are produced, and explains expansion of the flux of light.

[0034] By penetrating the diffraction optical element 14, the flux of light from each point of the image of the liquid crystal displays 11L and 11R contained in light from the incident-light study systems 12L and 12R turns into the three flux of lights, and carries out incidence to a screen 13. The retroreflection of these three flux of lights is carried out on a screen 13, they penetrate the same part of the diffraction optical element 14, and turn into the three flux of lights, respectively. The angle of diffractions alpha of the primary [**] diffracted light are an outward trip and a return trip, and since it is equal, in the flux of light which penetrated the diffraction optical element 14 twice, a match produces travelling direction] them. Consequently, the flux of light showing each point of an image becomes five.

[0035] The example of the cross section in the position of the incident-light study systems 12L and 12R of the flux of light from the same point of the image of liquid crystal displays 11L and 11R reflected on the screen 13 is shown in drawing 3. Although the width of face DV of the flux of light about the direction of an observer's perpendicular visual field (it says perpendicularly hereafter) is the same as the path d of the exit pupil of the incident-light study systems 12L and 12R, the width of face DH of the flux of light about the direction of a level visual field (it says horizontally hereafter) is larger than the diameter d of an exit pupil. That is, expansion of the flux of light by the diffraction optical element 14 is different direction-like. In this example, each flux of light of abbreviation is in a radius by carrying out, it is made to shift distance every, and the ***** flux of lights have lapped.

[0036] One of the five flux of lights showing the same point of an image of a center becomes the flux of light to which two of the inside provide Eyes EL and ER with an image to an observer toward the exit pupil of the incident-light study systems 12L and 12R. By enlarging horizontal width of face DH of the flux of light, the image which does not have an eclipse in an edge on either side can be offered easily. Moreover, if the diameter d of an exit pupil of the incident-light study systems 12L and 12R used as the width of face DV of the perpendicular direction of the flux of light is made into the size of the grade corresponding to a perpendicular visual field, the image which does not have an eclipse in an up-and-down edge can be offered.

[0037] Since the diffraction optical element 14 is close to a screen 13, the image formation position on three screens 13 of the flux of light which face to a screen 13 from the diffraction optical element 14 is approaching extremely, and turns into the almost same position. Therefore, the clearness of the image with which dotage does not arise in the image

formed in a screen 13, and an observer is provided does not fall.

[0038] It is dependent on a setup of the diffraction optical element 14 whether the diffraction conditions of the diffraction optical element 14, i.e., the diffracted light of what order, are produced, into what times the angle of diffraction of the diffracted light is made, or what a diffraction luminous-intensity ratio is carried out, and it can be set freely. Therefore, the flexibility of a setup of the intensity distribution of the flux of light depending on the horizontal width of face DH and the diffraction luminous-intensity ratio of the flux of light depending on an angle of diffraction is high.

[0039] For example, if the diffraction optical element 14 is set up so that it may become intensity [diffracted lights / primary / **/ zero-order, / three], the intensity ratio showing one point of an image of the five flux of lights will become symmetrical about the central flux of light, and will be set to 3:2:1 from a center outside. Moreover, if the diffraction optical element 14 is set up so that the primary [**] diffracted light and a zero-order diffraction luminous-intensity ratio may be set to 2:1, the intensity ratio showing one point of an image of the five flux of lights will be set to 9:4:4 from a center outside. In the latter setup, intensity of the two flux of lights which provide Eyes EL and ER with an image can be made equal.

[0040] In addition, although the example which the diffraction optical element 14 makes produce the three diffracted lights was shown in order to make an understanding easy here, the diffraction conditions of the diffraction optical element 14 may be set up freely, and it is so desirable that there are many especially diffracted lights. It is because overlap showing the same point of an image of the flux of light is made [many] and intensity distribution are made more to homogeneity. If intensity distribution are uniform, even if it turns Eyes EL and ER in which direction, the amount of the light which expresses with an eye the same point which carries out incidence will become fixed, and change will not arise in the luminosity of an image.

[0041] The composition of the display unit 2 of the 2nd operation gestalt is shown in drawing 4. Drawing 4 is the plan of a display unit 2. A display unit 2 is replaced with the diffraction optical element 14, and is equipped with the diffusion board 16 while it adds one pair of eyepiece optical system 15L and 15R to a display unit 1. Other components are the same as that of the thing of a display unit 1, and the overlapping explanation is omitted.

[0042] The light from the screen 13 which carries out incidence to an observer's eyes EL and ER becomes the light and equivalence which come from the distant field M from a screen 13 by the positive power of the eyepiece optical system 15L and 15R, and an observer will observe the expanded virtual image which is located on Field M. Therefore, a display unit 2 can offer the image of the wide field of view further rather than a display unit 1, and when making a visual field of the same grade, it turns into smaller equipment.

[0043] The diffusion board 16 approaches the reflector of a screen 13, and is arranged. The diffusion board 16 makes it spread and expands the flux of light from each point of the image of the liquid crystal displays 11L and 11R contained in light from the incident-light study systems 12L and 12R while it makes the light from the incident-light study systems 12L and 12R penetrate.

[0044] Some of screens 13 and diffusion boards 16 are expanded, and it is shown in drawing 5. The diffusion board 16 has the different direction diffusibility from which the degree of diffusion differs by the 2-way which intersects perpendicularly, and it is arranged so that it may be greatly spread in the direction of a level visual field rather than the direction of an observer's perpendicular visual field. When the flux of light showing each point of the image contained in light from the incident-light study systems 12L and 12R penetrates the diffusion board 16, it is perpendicularly spread in a diffusion angle alpha, and is horizontally spread in a diffusion angle beta ($\alpha < \beta$), and a cross section serves as an ellipse form and carries out incidence to a screen 13.

[0045] With a screen 13, the flux of light by which the retroreflection was carried out penetrates the same part of the diffusion board 16, and diffuses it once again. For this reason, the vertical diffusion angle of the flux of light after penetrating the diffusion board 16 twice is set to 2α , and a horizontal diffusion angle is set to 2β . In addition, since the diffusion board 16 is close to a screen 13, it is as above-mentioned that dotage does not arise in the image formed in a screen 13.

[0046] The cross section in the position of the incident-light study systems 12L and 12R of the flux of light from the same point of the image of liquid crystal displays 11L and 11R reflected on the screen 13 is shown in drawing 6. Although the width of face DH with the horizontal width of face DV of the perpendicular direction of the flux of light is also larger than the path d of the exit pupil of the incident-light study systems 12L and 12R, the flux of light is expanded horizontally more greatly.

[0047] By enlarging horizontal width of face DH of the flux of light, the image which does not have an eclipse in an edge on either side can be offered easily. Moreover, the image which does not have an eclipse in an up-and-down edge can be offered by making width of face DV of the perpendicular direction of the flux of light into the size corresponding to a perpendicular visual field. Since the flux of light is expanded also perpendicularly unlike a display unit 1, in a display unit 2, the smaller small lightweight thing of the diameter d of an exit pupil can be used as incident-light study systems 12L and 12R.

[0048] The composition of the display unit 3 of the 3rd operation form is shown in drawing 7. Drawing 7 is the side elevation of a display unit 3. A display unit 3 is replaced with the diffraction optical element 14, and is equipped with another diffraction optical element 18 while it adds a one-way mirror 17 to a display unit 1 and changes the position of liquid crystal displays 11L and 11R and the incident-light study systems 12L and 12R.

[0049] 45 degrees of one-way mirrors 17 are leaned to a screen between an observer's eyes EL and ER and a screen 13, and they are arranged. The incident-light study systems 12L and 12R are arranged so that a mutual optical axis may be made parallel and an optical axis may cross at a one-way mirror 17 and the angle of 45 degrees. A one-way mirror 17 functions as a combiner which reflects the light on which it was projected by the incident-light study systems 12L and 12R, leads to a screen 13, is made to penetrate the light reflected by the screen 13, and is led to an observer's eyes EL and ER. In addition, the position and sense of each component are changed, a one-way mirror 17 makes the light from the incident-light study systems 12L and 12R penetrate, leads to a screen 13, reflects the light from a screen 13, and you may make it lead to Eyes EL and ER.

[0050] The incident-light study systems 12L and 12R are arranged about the one-way mirror 17 at an observer's Eyes EL and ER and symmetric position, respectively. The optical axis of the incident-light study systems 12L and 12R has a passage and an exit pupil in an equivalent position optically with Eyes EL and ER in the center of Eyes EL and ER, respectively.

[0051] A part of screen 13 and diffraction optical element 18 are expanded, and it is shown in drawing 8. The diffraction optical element 18 is made to diffract and expands the flux of light from each point of the image of the liquid crystal displays 11L and 11R contained in light from the incident-light study systems 12L and 12R while it makes the light from

the incident-light study systems 12L and 12R penetrate. The diffraction optical element 18 joins the diffraction elements 18a and 18b of two sheets, changes, approaches the reflector of a screen 13 and is arranged. Although the diffraction elements 18a and 18b are set up so that 1-dimensional diffraction may be produced, respectively, horizontally, the former is arranged so that the latter may produce diffraction perpendicularly, and the diffraction as the diffraction optical-element 18 whole serves as two-dimensional.

[0052] Setup of the diffraction conditions of diffraction element 18a and diffraction element 18b differs, and the flux of light is expanded greatly horizontally perpendicularly. Diffraction element 18a produces the three diffracted lights, -1 order, zero-order, and the 1st [+] order, and diffraction element 18b produces the two diffracted lights, -1 order and the 1st [+] order, and explains expansion of the flux of light taking the case of the case where both primary [**] angle of diffraction is equal.

[0053] Finally the horizontal diffraction by diffraction element 18a makes the flux of light from each point of the image of the liquid crystal displays 11L and 11R contained in light from the incident-light study systems 12L and 12R the five flux of lights, as the 1st operation form explained. Although diffraction of the perpendicular-direction by diffraction element 18b makes first the flux of light from each point of an image the two flux of lights and each flux of light is subsequently made into the two flux of lights, since travelling direction of two of [their] corresponds, finally they will consider as the three flux of lights. After all, the flux of light showing one point of an image is horizontally made three flux of lights [a total of 15] by the diffraction optical element 18 at 5 and a perpendicular direction.

[0054] The example of the cross section in the position of the eyes EL and ER of the observer of the flux of light from the same point of an image is shown in drawing 9. Here, each flux of light of abbreviation is in a radius by carrying out, it is made to shift distance every, and the ***** flux of lights have lapped. Although the width of face DH with the horizontal width of face DV of the perpendicular direction of the flux of light is also larger than the path d of the exit pupil of the incident-light study systems 12L and 12R, the flux of light is expanded horizontal more greatly.

[0055] Since the optical axis of the incident-light study systems 12L and 12R passes along the center of Eyes EL and ER, the horizontal whole width-of-face DH of the flux of light can be made to correspond to a level visual field possible using all the five horizontal flux of lights as a light which provides Eyes EL and ER with an image unlike the display unit 1 of the 1st operation gestalt] therefore. Consequently, in a display unit 3, it becomes possible to make light which cannot carry out incidence to an observer's eyes EL and ER there be nothing, and there is not only no eclipse, but can provide the periphery of a longitudinal direction and the vertical direction with a brighter image.

[0056] You may set up the diffraction conditions of the diffraction optical element 18 freely. For example, an illustrated setup which includes the thing of the same order of diffraction as the diffracted light of the diffraction elements 18a and 18b, or makes those angle of diffractions equal is not indispensable. Moreover, when the intensity distribution of the flux of light which express the same point of an image by making [many] the number of the diffracted lights and making [many] overlap as mentioned above are made uniform, it can prevent changing the luminosity of an image with the sense of an eye, and is desirable.

[0057] The composition of the display unit 4 of the 4th operation gestalt is shown in drawing 10, drawing 11, and drawing 12. These drawings are the side elevations, the plans, and front view of a display unit 4, respectively. A display unit 4 is replaced with the diffraction optical element 18, and is equipped with the diffusion board 19 while it adds the eyepiece optical system 15L and 15R to a display unit 3. An observer will observe the expanded virtual image which is located far away rather than a screen 13 by having had the eyepiece optical system 15L and 15R.

[0058] Some of screens 13 and diffusion boards 19 are expanded, and it is shown in drawing 13. While the diffusion board 19 approaches a screen 13, is arranged and making the light from the incident-light study systems 12L and 12R penetrate, you make it spread and the flux of light from each point of the image of the liquid crystal displays 11L and 11R contained in light from the incident-light study systems 12L and 12R is expanded. The diffusibility of the diffusion board 19 is isotropic and the flux of light is expanded at the same rate as a horizontal direction and a perpendicular direction. When the flux of light penetrates the diffusion board 19 twice, double-precision diffusion of the diffusion angle alpha of the diffusion board 19 is carried out. The cross section of the flux of light in the position of an observer's eyes EL and ER is shown in drawing 14. The width of face D of the flux of light is the same about every direction.

[0059] In the display unit 4, the width of face D and the diffusion angle alpha of the flux of light are defined so that a cross talk may also be prevented certainly simultaneously with an eclipse. A setup of the width of face D of the flux of light showing the same point of the image in a display unit 4 is explained referring to drawing 15. For the straight line and P to which A connects the central-vision shaft of Eyes EL and ER, and B connects the winding center of a left eye EL, and the winding center of a right eye ER, in drawing 15, the pupil of Eyes EL and ER and r are [a level angle of visibility and W of the distance from a winding center to Pupil P and theta] the intervals of the eyes EL and ER on either side, i.e., the distance between winding centers.

[0060] The width of face about the direction of the straight line B of the position range which Pupil P can take within the limits of a level angle of visibility is length 2 and $r \cdot \sin(\theta/2)$ of the bowstring of the eyeball corresponding to a level angle of visibility ($\theta/2$). If the width of face of the direction of straight-line B of the flux of light in the position of Eyes EL and ER is beyond the value of this formula, irrespective of the sense of Eyes EL and ER, Pupil P will be settled in the interior of the flux of light, and will not produce an eclipse.

[0061] The interval of the direction of straight-line B from the winding center of one eye in case the pupil P of the eye of another side approaches one eye most within the limits of a level angle of visibility to the pupil P of the eye of another side is $W - r \cdot \sin(\theta/2)$. If one half of the width of face of the direction of straight-line B of the flux of light in the position of Eyes EL and ER is below the value of this formula, the pupil P of another side will not enter into the flux of light which should be given to one eye, and a cross talk will not be generated.

[0062] Therefore, if the width of face D of the direction of straight-line B of the flux of light in the position of an observer's eyes EL and ER fills a formula 1, neither an eclipse nor a cross talk will be generated. The display unit 4 is set up so that this relation may be filled.

$$2 \text{ and } r \cdot \sin(\theta/2) \leq D \leq 2 \cdot (W - r \cdot \sin(\theta/2))$$

— Formula 1 (re-**))

[0063] It will become a formula 2 if 9mm which is adult's standard value, 120 degrees, and 60mm are substituted for the distance r of a winding center and a pupil, the level angle of visibility theta, and the interval W of an eye on either side, respectively.

16 mm $\leq D \leq 104 \text{ mm}$ — Formula 2 [0064] On the other hand, the width of face D of the flux of light is approximated to the double precision of the value which multiplied by the distance L from a screen 13 to Eyes EL and ER with the value which added the diameter d of an exit pupil of the incident-light study systems 12L and 12R, and is expressed by the

tangent of the diffusion angle α of the diffusion board 19 to it by the formula 3.

$D \cdot d + 2 \tan \alpha$ — Formula 3 [0065] If a concrete example of a setup of a display unit 4 is shown, in order that the distance L from 2mm and a screen 13 to Eyes EL and ER may be 150mm and the diameter d of an exit pupil of the incident-light study systems 12L and 12R may fill a formula 2, let the diffusion angle α of the diffusion board 19 be the range of a formula 4.

$3 \text{ degrees} \leq \alpha \leq 18 \text{ degrees}$ — Formula 4 [0066] Prevention of a cross talk is secured by the relation of the sign of inequality on the right-hand side of a formula 4. However, the light which the luminosity of the picture to offer cannot fall and cannot carry out incidence to an observer's eyes EL and ER will increase as a diffusion angle α becomes large. Therefore, the use efficiency of light is raised using a diffusion angle α as about 3 degrees, and it is made to offer a brighter picture.

[0067] In addition, although the dilation ratio of the flux of light is horizontally made perpendicularly and the same with this operation gestalt using the isotropic diffusion board 19, as the 1st or 3rd operation gestalt explained, you may be made to make a horizontal dilation ratio larger than a vertical dilation ratio. Moreover, it replaces with a polarizing plate 19 and may be made to expand the flux of light by the diffraction optical element.

[0068] If it is within the limits of a formula 1, it is not necessary to make width of face D regularly about the flux of light from all the points of an image, and the width of face D of the flux of light can also be changed for every part of an image. Although an eclipse tends to produce the periphery of an image rather than a center section, it is expanding more greatly than the flux of light showing each point of a center section the flux of light showing each point of a periphery, and the conditioning for not producing an eclipse becomes easy.

[0069] When changing the dilation ratio of the flux of light between the parts of an image, you may make it a dilation ratio change continuously, and may make it change gradually. When expanding the flux of light with a diffusion board, a dilation ratio can be continuously changed from a center by enlarging a diffusion angle α continuously toward the circumference, and a dilation ratio can be gradually changed by setting a diffusion angle α constant for every predetermined range.

[0070] When expanding the flux of light by the diffraction optical element, the angle of diffraction of the diffracted light of the same degree is changed continuously, or the same result is obtained by making it change gradually. Moreover, a dilation ratio can also be gradually changed by changing the number of the diffracted lights to take out as zero-order and the primary [**] diffraction are produced in the center section of the image and zero-order and the primary [**] diffraction [secondary / **] are produced in a periphery for example.

[0071] making the dilation ratio of the flux of light at a periphery larger than the center section of the image — not only the display unit 4 but the 1 — it is applicable also to the display units 1–3 of the 3rd operation gestalt. Although the luminosity of an image will fall when a dilation ratio is enlarged, even if the luminosity of the periphery which is not a main candidate for observation falls somewhat, the influence of the quality on an image is slight.

[0072] Although the diffraction optical element or the diffusion board was used as a means to expand the flux of light, with each above-mentioned operation gestalt, a prism array can also be used as a flux of light expansion means. The example of the prism array for expanding the flux of light is shown in drawing 16. The prism array 21 shown in (a) of drawing 16 arranges much rectangular-prism 21a in parallel in the pitch of 50 micrometers of abbreviation, and is used for expanding the flux of light in the one direction.

[0073] The prism array 22 shown in (b) of drawing 16 prepares the inclined plane which intersects perpendicularly mutually also in the direction perpendicular to the length direction, divides prism 21a into prism 21a of the prism array 21, and is taken as prism 22a at it. The prism array 22 is used for expanding the flux of light with a dilation ratio which is different in the 2-way which intersects perpendicularly. The prism arrays 21 and 22 turn a flat field to a screen 13, approach a screen 13 and arrange it.

[0074] The image which there is not only parallax, but expresses the wide field of view, i.e., the latus range, with the display units 1–4 of each operation gestalt in order to raise presence is offered. Though the range which an image on either side expresses is not made the same but the range common to the image for left eyes and the image for right eyes is established in order to make large the range of the image given to the eye of right and left of an observer as much as possible, it is desirable to establish the range included only in the image for left eyes and the range included only in the image for right eyes.

[0075] Such a setup of the range which an image expresses is typically shown in drawing 17. In drawing 17, (a) expresses the range VL of the image for left eyes, and the range VR of the image for right eyes, and (b) expresses all the ranges of the image which an observer recognizes in a brain through a visual sense. The portion which attached the slash is a range common to the image range VL for left eyes, and the image range VR for right eyes.

[0076] Since the light of the image for left eyes and the light of the image for right eyes lap, the luminosity of the range common among all the ranges that an observer recognizes serves as double precision of the remaining range. Consequently, a big difference arises in a luminosity in the common range and the remaining range, and the boundary line C which is the edge of right and left of the common range will be clearly recognized by the observer, and will cause big sense of incongruity.

[0077] In display units 1–4, liquid crystal displays 11L and 11R are equipped with the means for avoiding this un-arranging. The plan of liquid-crystal-display 11L which displays the light of the image for left eyes is shown in drawing 18. Back light light source 11a consists of metal halide lamp 11b and paraboloid reflector 11c, and 11d of gobos which have opening 11e of the rectangle corresponding to display rectangle 11q of liquid crystal panel 11p between back light light source 11a and liquid crystal panel 11p is arranged.

[0078] The front view of 11d of gobos is shown in drawing 19. 11f of long and slender ND filters is prepared in the edge (edge by the side of liquid-crystal-display 11R which displays the image for right eyes) of opening 11e of 11d of gobos perpendicularly it has about 1/8 width of face of the horizontal size of opening 11e. The permeability of 11f of ND filters is set up so that it may increase toward the direction of opening 11e from the frame section of 11d of gobos, and it is 100% in an opening side 0% at a **** side. Liquid-crystal-display 11R which displays the image for right eyes is also the same composition, and equips the edge by the side of liquid-crystal-display 11L of opening of a gobo with 11f of ND filters.

[0079] Thus, it is lost that the boundary line C which the quantity of light of the edge of the common range of the image for left eyes and the image for right eyes could be reduced gradually, and showed it to (b) of drawing 17 by having equipped liquid crystal displays 11L and 11R with 11f of ND filters is recognized clearly. In addition, 11d of gobos which prepared 11f of ND filters is not arranged between back light light source 11a and liquid crystal panel 11p, but you may make it arrange them to the opposite side of back light light source 11a about liquid crystal panel 11p. Moreover, while

replacing with 11f of ND filters and preparing a shading film, distance of liquid crystal panel 11p and a shading film is enlarged, and you may make it attain indefinite-ization of a boundary line C in the arrangement using light turning also to the background of a shading film.

[0080] It is effective to make a boundary line C indefinite by 11f of ND filters, when replacing with the penetrated type liquid crystal displays 11L and 11R and displaying an image by the reflected type liquid crystal display. The composition which displays an image by the reflected type liquid crystal display is shown in drawing 20.

[0081] reflection — type — a liquid crystal display — 11 — ' — a lamp — 11 — b — ' — a reflector — 11 — c — ' — changing — the light source — 11 — a — ' — reflection — type — a liquid crystal panel — 11 — p — ' — a gobo — 11 — d — ' — a polarizing plate — 11 — g — and — polarization — separation (PBS) — a board — 11 — h — changing. Light source 11a' is arranged so that the optical axis may become parallel to liquid crystal panel 11p'. 11h of polarization division plates makes P polarization which carries out incidence penetrate, and they reflect S polarization, to liquid crystal panel 11p', are leaned 45 degrees and arranged. 11g of polarizing plates makes only the linearly polarized light which turns into S polarization to 11h of polarization division plates penetrate, and they are arranged between light source 11a' and 11h of polarization division plates.

[0082] a gobo — 11 — d — ' — drawing 19 — having been shown — a gobo — 11 — d — being the same — a thing — it is — a liquid crystal panel — 11 — p — ' — a display rectangle — 11 — q — ' — corresponding — opening — 11 — e — ' — the — an end — preparing — having had — an ND filter — 11 — f — ' — having. 11d [of gobos] is arranged about 11h of polarization division plates in parallel with 11h of polarization division plates at the opposite side of liquid crystal panel 11p'.

[0083] Light which is not polarized from light source 11a' is made into the linearly polarized light, carries out incidence to 11h of polarization division plates as S polarization, and is reflected towards liquid crystal panel 11p' by 11g of polarizing plates. It becomes irregular according to the displayed image, and the light which carried out incidence becomes it with P polarization and light including both polarization of S polarization to 11h of polarization division plates while being reflected in liquid crystal panel 11p'. Only reentry putting and P polarization penetrate this to 11h of polarization division plates, and the light from liquid crystal panel 11p' becomes them with the light showing an image. In case the light showing the image which penetrated 11h of polarization division plates passes opening 11e [of 11d / of gobos / '], by 11f [of ND filters], it has the quantity of light of an edge reduced, and results in the incident-light study system outside drawing.

[0084] It is also possible to display an image by such reflected type liquid-crystal-display 11' in display units 1-4. Any of the liquid crystal display of a penetrated type and a reflected type are used may choose freely.

[0085]

[Effect of the Invention] It is easy to set up the path of the flux of light which expresses each point of an image with the display unit of this invention equipped with an expansion means to expand so that dilation ratios may differ by the 2-way which intersects perpendicularly the flux of light from each point of a display means with the screen which has reflective ability, a display means, and an incident-light study system according to people's level angle of visibility and perpendicular angle of visibility. for this reason, the diameter of the flux of light — a perpendicular direction — excessive — a bird clapper — ** — both sides with a bird clapper can be prevented simultaneously too little horizontally, and it is possible to offer an image with the high quality which does not have an eclipse brightly And since it is not necessary to use the large, large-sized thing of an exit pupil as an incident-light study system, it becomes small lightweight equipment.

[0086] If it has what expands the flux of light from each point of a display means in the one direction as an expansion means, the expansion means itself can be considered as simple composition.

[0087] With composition equipped with what expands the flux of light from each point of a display means to the 2-way which intersects perpendicularly as an expansion means, it becomes possible to use an incident-light study system smaller than an exit pupil's, and equipment becomes lightweight still smaller.

[0088] If the diffraction element to which diffraction separates into and the flux of light is expanded as an expansion means is used, since the grade of expansion of the flux of light can be set up freely, a setup of a dilation ratio is easy. Moreover, since the intensity distribution of the flux of light after expansion can also be set up freely, intensity of the flux of light after expansion is made into abbreviation homogeneity from a center section to a periphery, and it becomes possible to make the luminosity of the image to offer regularity irrespective of the sense of an eye.

[0089] It has the screen which has reflective ability, one pair of display meanses, one pair of incident-light study systems, and an expansion means to expand the flux of light from each point of a display means, and in the display unit it was made to fill the relation of a formula 1, the image which has parallax in an eye on either side can be given, and a cubic effect can be raised. And it is possible to prevent certainly that an eclipse and a cross talk arise on an image, and an observer can be provided with high presence.

[0090] With the composition that the expansion means expanded the flux of light from each point of the periphery of a display means with the bigger dilation ratio than the flux of light from each point of the center section of the display means, generating prevention of an eclipse becomes easy.

[0091] With composition equipped with a combiner, an observer's eye can be arranged to a position equivalent to an incident-light study system, or its very near, and a setup of the dilation ratio of an expansion means becomes easy.

[0092] With composition equipped with eyepiece optical system, it becomes possible to expand the image on a screen further with eyepiece optical system, and the visual field of the image to offer can be further made large. Moreover, distance from an incident-light study system to a retroreflection side can be shortened, and equipment can be further made small.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The plan of the display unit of the 1st operation gestalt.

[Drawing 2] The screen of the display unit of the 1st operation gestalt, and the expansion plan of a diffraction optical element.

[Drawing 3] The cross section in the position of the incident-light study system showing each point of the image in the display unit of the 1st operation gestalt of the flux of light.

[Drawing 4] The plan of the display unit of the 2nd operation gestalt.

[Drawing 5] The expansion perspective diagram of the screen of the display unit of the 2nd operation gestalt, and a diffusion board.

[Drawing 6] The cross section in the position of the incident-light study system showing each point of the image in the display unit of the 2nd operation gestalt of the flux of light.

[Drawing 7] The side elevation of the display unit of the 3rd operation gestalt.

[Drawing 8] The expansion perspective diagram of the screen of the display unit of the 3rd operation gestalt, and a diffraction optical element.

[Drawing 9] The cross section in the position of the eye of the observer showing each point of the image in the display unit of the 3rd operation gestalt of the flux of light.

[Drawing 10] The side elevation of the display unit of the 4th operation form.

[Drawing 11] The plan of the display unit of the 4th operation form.

[Drawing 12] Front view of the display unit of the 4th operation form.

[Drawing 13] The expansion plan of the screen of the display unit of the 4th operation form, and a diffusion board.

[Drawing 14] The cross section in the position of the eye of the observer showing each point of the image in the display unit of the 4th operation gestalt of the flux of light.

[Drawing 15] Drawing showing the setting principle showing each point of the image in the display unit of the 4th operation gestalt of the width of face of the flux of light.

[Drawing 16] The perspective diagram of the prism array for which expansion of the flux of light is substituted with the display unit of each operation gestalt.

[Drawing 17] Drawing showing typically the range of the image of the right and left displayed with the display unit of each operation gestalt, and the range recognized by the observer.

[Drawing 18] The plan of the transparency type liquid crystal display of the display unit of each operation gestalt.

[Drawing 19] Front view of the gobo with which the liquid crystal display of the display unit of each operation gestalt was equipped.

[Drawing 20] The plan of the reflected type liquid crystal display for which the display unit of each operation gestalt is substituted.

[Description of Notations]

1, 2, 3, 4 Display unit

11L, 11R Liquid crystal display (display means)

12L, 12R Incident-light study system

13 Reflective Screen

14 Diffraction Optical Element (Expansion Means)

15L, 15R Eyepiece optical system

16 Diffusion Board (Expansion Means)

17 One-way Mirror (Combiner)

18 Diffraction Optical Element (Expansion Means)

19 Diffusion Board (Expansion Means)

21 22 Prism array (expansion means)

11p, 11p' Liquid crystal panel

11a, 11a' Light source

11b, 11b' Lamp

11c, 11c' Reflector

11d, 11d' Gobo

11e, 11e' Opening

11f, 11f' ND filter

11g Polarizing plate

11h Polarization division plate

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-42251

(P2001-42251A)

(43) 公開日 平成13年2月16日 (2001.2.16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード* (参考)
G 0 2 B 27/02		G 0 2 B 27/02	Z 2 H 0 2 1
G 0 3 B 21/60		G 0 3 B 21/60	Z 5 G 4 3 5
G 0 9 F 9/00	3 5 8	G 0 9 F 9/00	3 5 8

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全12頁)

(21) 出願番号 特願平11-221017

(22) 出願日 平成11年8月4日 (1999.8.4)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 上田 裕昭

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(72) 発明者 石橋 賢司

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫

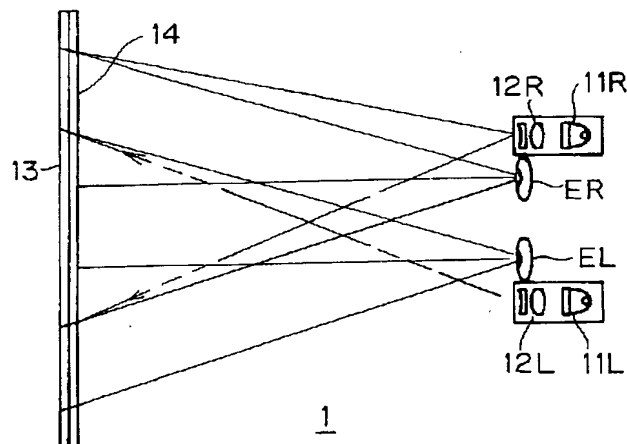
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 映像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 スクリーンに映像を投射する方式で、明るく、けられもクロストークもない映像を提供する小型軽量の映像表示装置を実現する。

【解決手段】 映像表示装置に、再帰反射性を有するスクリーン、映像を表示する液晶表示器、液晶表示器の光をスクリーンに投射する投射光学系、およびスクリーンに近接して配置され、投射される光に含まれる映像の各点を表す光束を拡大する拡大素子を備える。拡大素子は、回折光学素子または拡散板より成り、拡大率が観察者の垂直視野よりも水平視野の方向に大きくなるように、各光束を拡大する。左右の眼に視差のある映像を提供する際に、左右の眼の間隔を考慮して光束の拡大率に上限を設定し、クロストークを防ぐ。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 再帰反射性を有するスクリーンと、映像を表示する表示手段と、前記表示手段からの光を投射して、前記表示手段に表示された映像の拡大された像を前記スクリーンに形成する投射光学系と、前記投射光学系と前記スクリーンとの間に前記スクリーンに近接して配置され、前記投射光学系からの光を透過させるとともに、前記投射光学系からの光に含まれる前記表示手段の各点からの光束を、直交する2方向で拡大率が異なるように、拡大する拡大手段とを備えることを特徴とする映像表示装置。

【請求項2】 前記拡大手段は前記表示手段の各点からの光束を1方向に拡大することを特徴とする請求項1に記載の映像表示装置。

【請求項3】 前記拡大手段は前記表示手段の各点からの光束を直交する2方向に拡大することを特徴とする請求項1に記載の映像表示装置。

【請求項4】 前記拡大手段は光束を回折により分離して拡大する回折素子であることを特徴とする請求項1に記載の映像表示装置。

【請求項5】 再帰反射性を有するスクリーンと、左眼用の映像と右眼用の映像を個別に表示する1対の表示手段と、それぞれ前記1対の表示手段からの光を投射して、前記表示手段に表示された映像の拡大された像を前記スクリーンに形成する1対の投射光学系と、前記投射光学系と前記スクリーンとの間に前記スクリーンに近接して配置され、前記投射光学系からの光を透過させるとともに、前記投射光学系からの光に含まれる前記表示手段の各点からの光束を拡大する拡大手段とを備え、観察者の眼の回旋中心と瞳孔との距離を r 、観察者の水平視野角を θ 、観察者の左右の眼の間隔を W 、観察者の眼の位置における前記表示手段の各点からの光束の左右の眼を結ぶ直線に平行な方向の幅を D で表すとき、 $2 \cdot r \cdot \sin(\theta/2) \leq D \leq 2 \cdot \{W - r \cdot \sin(\theta/2)\}$ の関係を満たすことを特徴とする映像表示装置。

【請求項6】 前記拡大手段は、前記表示手段の周辺部の各点からの光束を、前記表示手段の中央部の各点からの光束よりも大きな拡大率で拡大することを特徴とする請求項1または請求項5に記載の映像表示装置。

【請求項7】 前記投射光学系からの光を前記スクリーンに導き、前記スクリーンからの光を観察者の眼に導くコンバイナを備えることを特徴とする請求項1または請求項5に記載の映像表示装置。

【請求項8】 前記スクリーンからの光を観察者の眼に導いて、前記スクリーンに形成された像の虚像を観察者に与える接眼光学系を備えることを特徴とする請求項1

または請求項5に記載の映像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、広視野の映像を表示する映像表示装置に関し、バーチャルリアリティをはじめとする映像提供の分野で利用される。

【0002】

【従来の技術】近年、仮想の現実を臨場感豊かに提供するバーチャルリアリティがめざましく普及しつつあり、広視野の映像を提供するために、種々の方式の映像表示装置が開発されている。このような映像表示装置の1つに、表示器に表示した映像を投射光学系によって拡大してスクリーンに投射するとともに、スクリーンが眼前に位置するように手で保持されあるいは頭部に装着されて使用されるものがある。この方式の映像表示装置では、スクリーンの全ての部位から光を観察者に与える必要があり、このために、拡散反射性を有するスクリーンまたは再帰反射性を有するスクリーンが使用されている。

【0003】拡散反射性を有するスクリーンを使用する場合、光の拡散の度合いがスクリーンへの光の入射角に依存するため、スクリーンの各部位から観察者に向かう光の量に差が生じて、提供される映像の明るさが不均一になり易い。また、投射された光はスクリーンからあらゆる方向に進むことになり、観察者に与えられる光が少なくなって、観察される映像の明るさの低下が避けられない。しかも、左右の眼に視差のある映像を与えて立体感を高めるときは、左眼用の映像の光が右眼に入射したり右眼用の映像の光が左眼に入射したりするクロストークが発生し、これを避けるために特殊な手段を備える必要が生じる。

【0004】一方、再帰反射性を有するスクリーンを使用する場合、スクリーンのどの部位に入射する光も入射方向に強く反射されるため、観察者の眼の方向からスクリーンに向けて光を投射することで、スクリーンのどの部位からも投射した光のほとんど全てを観察者の眼に導くことができる。このため、明るく、明るさにむらがなく、またクロストークもない映像を提供することが可能である。スクリーン上で左眼用の映像と右眼用の映像が重なり合う設定とすることもできる。

【0005】しかし、再帰反射性を有するスクリーンでは、観察者に提供される映像の瞳径、すなわち眼の位置における映像の各点を表す光束の径が、投射光学系の射出瞳の径とスクリーンから眼までの距離のみによって規定されるため、観察を容易にするために映像の瞳径を大きくしつつ、使用形態に適するように装置を小型軽量にすることは難しい。たとえば、投射光学系の射出瞳を大きくすれば、投射光学系的大型化や重量化を招くことになり、眼からスクリーンまでの距離を長くすれば、必然的に装置は大型化することになる。

【0006】特開平6-75303号公報には、再帰反

射層の前面に拡散層を設けて、再帰反射性と拡散性とを備えたスクリーンが提案されている。このようなスクリーンを用いれば、映像の各点を表す光束が拡散層で拡大されるため、再帰反射性の短所が補われることになり、瞳径の大きい映像を提供する小型軽量の映像表示装置が実現できると期待される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】人の視野は水平（左右）方向に大きく、垂直（上下）方向には小さい。ところが、上記公報のスクリーンでは拡散層によって光束を等方的に拡大するため、垂直方向への過剰な拡大または水平方向への不十分な拡大のいずれか一方を少なくとも招くことになる。すなわち、光束の拡大を水平方向の視野に合致するように行くと、垂直方向については視野を超えて拡大することになり、逆に、光束の拡大を垂直方向の視野に合致するように行くと、水平方向については視野全体に達しない拡大結果となる。

【0008】光束の拡大が過剰であれば、提供する映像は暗くなり、また、眼に入射する可能性のない無駄な光が生じる。光束の拡大が不足すると、観察者の眼の向きすなわち視軸の方向によっては、映像を表す光の一部が眼に入射しないという事態が生じ、提供する映像の一部に欠落すなわちけられが発生する。

【0009】光束の過剰な拡大により提供する映像が暗くなるのは、映像を表示する表示器の光量を増すことで補うことが可能である。しかし、そのようにすると、表示器自体あるいは表示器を照明する光源を高性能にする必要が生じて、装置の製造コストが上昇する上、消費電力が増大してランニングコストも上昇する。しかも、左右の眼に視差のある映像を提供する場合、光束の過剰な拡大はクロストークを招く。上記公報のスクリーンでは、拡散層によって光束をどの程度拡大するかについての考慮はなされていない。

【0010】本発明はこのような問題点を鑑みてなされたもので、スクリーンに映像を投射する方式で、明るく、けられもクロストークもない映像を提供する小型軽量の映像表示装置を実現することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では、再帰反射性を有するスクリーンと、映像を表示する表示手段と、表示手段からの光を投射して、表示手段に表示された映像の拡大された像をスクリーンに形成する投射光学系と、投射光学系とスクリーンとの間にスクリーンに近接して配置され、投射光学系からの光を透過させるとともに、投射光学系からの光に含まれる表示手段の各点からの光束を、直交する2方向で拡大率が異なるように、拡大する拡大手段とで映像表示装置を構成する。

【0012】この映像表示装置は、投射光学系により表示手段の映像の拡大像をスクリーンに形成し、この像を

観察者に提供する。スクリーンは再帰反射性を有しており、投射光学系とスクリーンの間には投射光学系からの光を透過させる拡大手段が配置されている。観察者は、投射光学系からの光が入射する方向から、拡大手段を介してスクリーンを見ることがにより、スクリーンに形成される映像を観察することができる。

【0013】拡大手段は、スクリーンに向かう投射光学系からの光に含まれる表示手段の各点からの光束を拡大し、また、スクリーンで反射された光束も拡大する。ここで、拡大手段がスクリーンに近接して配置されているため、拡大手段を透過してスクリーンに向かう光束は、スクリーン上ではごく僅か拡大するに過ぎない。したがって、スクリーンに形成される像が拡大手段の拡大作用によってばけることはなく、提供される映像は鮮明である。

【0014】一方、スクリーンからの反射光は、拡大手段を再度透過することにより拡大する傾向を増して、拡大しながら観察者の眼に至る。これにより、観察者に提供される映像の各点を表す光束の径が増大する。

【0015】拡大手段の拡大率は直交する2方向で異なり、表示手段の各点からの光束の拡大は異方的に行われる。拡大率の大きい方向および小さい方向をそれぞれ観察者の水平視野の方向および垂直視野の方向に対応させることにより、水平方向についても垂直方向についても、光束の拡大の程度を視野の大きさに合致させることができる。これにより、光束の過剰な拡大による光量の低下と拡大不足による映像のけられの双方を同時に避けることが可能になり、明るく質の高い映像を提供することができる。

【0016】拡大手段は表示手段の各点からの光束を1方向に拡大するものであってもよく、拡大率が2方向で異なる限り、表示手段の各点からの光束を直交する2方向に拡大するものであってもよい。

【0017】拡大手段は光束を回折により分離して拡大する回折素子とすることができる。拡大手段として回折素子を用いると、回折条件の設定次第で、回折次数、回折角および回折強度を自由に選択することが可能であり、これにより、光束の拡大の程度と拡大後の光束の強度分布を自由に設定することができる。拡大後の光束の強度を中央部から周辺部まで略均一にすることで、映像の明るさを眼の向きにかかわらず一定にすることが可能になる。

【0018】前記目的を達成するために、本発明ではまた、再帰反射性を有するスクリーンと、左眼用の映像と右眼用の映像を個別に表示する1対の表示手段と、それぞれ1対の表示手段からの光を投射して、表示手段に表示された映像の拡大された像をスクリーンに形成する1対の投射光学系と、投射光学系とスクリーンとの間にスクリーンに近接して配置され、投射光学系からの光を透過させるとともに、投射光学系からの光に含まれる表示

手段の各点からの光束を拡大する拡大手段とで映像表示

$$2 \cdot r \cdot \sin(\theta/2) \leq D \leq 2 \cdot |W - r \cdot \sin(\theta/2)| \quad \cdots \text{式1}$$

ここで、 r は観察者の眼の回旋中心と瞳孔との距離、 θ は観察者の水平視野角、 W は観察者の左右の眼の間隔、 D は観察者の眼の位置における表示手段の各点からの光束の左右の眼を結ぶ直線に平行な方向の幅である。

【0019】この映像表示装置は、左眼用の映像と右眼用の映像を個別に表示して再帰反射性を有するスクリーンに投射するものであり、例えば、視差のある2つの映像を表示して立体的な映像を提供する場合に用いられる。投射光学系とスクリーンの間には投射光学系からの光を透過させる拡大手段が配置されている。観察者は、投射光学系からの光が入射する方向から、拡大手段を介してスクリーンを見ることがにより、スクリーンに形成される映像を観察することができる。

【0020】拡大手段は、スクリーンに向かう投射光学系からの光に含まれる表示手段の各点からの光束を拡大し、また、スクリーンで反射された光束も拡大する。拡大手段がスクリーンに近接して配置されているため、前述のように、スクリーンに鮮明な像を形成しつつ、その像を構成する各点からの光束の径を増大させることが可能である。

【0021】式1において、 D は観察者の各眼に導かれる拡大された光束の両眼の離間方向に沿った幅を表しており、この値が小さ過ぎれば、提供される映像にけられが生じ、逆に大き過ぎれば、クロストークが生じる。左辺は、観察者の水平方向の視野角に対応する眼球の弦の長さを表しており、光束の幅 D が左辺の値以上であれば、観察者が眼をその視野角内でどの方向に向けても、瞳孔が光束の内部に入ることになる。右辺は、両眼の離間距離の2倍から上述の弦の長さを減じた長さを表しており、光束の幅 D が右辺の値以下であれば、一方の眼に提供する映像を表す光束の中に他方の眼の瞳孔が入ることとはない。

【0022】この映像表示装置では、左右の眼に提供する映像を構成する光束それぞれの中に左右の瞳孔が確実に入るように、拡大後の光束の幅の下限を定めているため、提供する映像にけられは生じない。また、左眼用の映像の光と右眼用の映像の光は同一のスクリーンに投射されるが、スクリーンの再帰反射性によって両映像の光を分離するとともに、拡大手段による光束の拡大に上限を定めて分離を確実にしているため、クロストークも生じない。

【0023】上記の各映像表示装置において、拡大手段が、表示手段の周辺部の各点からの光束を、表示手段の中央部の各点からの光束よりも大きな拡大率で拡大するようにすることもできる。けられは映像の周辺部に生じ易いが、このようすることで、けられを防止するための条件設定、例えば、式1の左側の不等号の関係を満たすことが容易になる。

装置を構成し、次の式1の関係を満たすようにする。

$$|W - r \cdot \sin(\theta/2)| \quad \cdots \text{式1}$$

【0024】投射光学系からの光をスクリーンに導き、スクリーンからの光を観察者の眼に導くコンバイナを備えるようにしてもよい。投射光学系からスクリーンに至る光路とスクリーンから観察者の眼に至る光路のいずれか一方の一部を折り返すことになり、投射光学系を観察者の眼と等価な位置またはそのごく近傍に配置することができる。これにより、映像の各点を表す光束それぞれの中心が確実に観察者の眼を通るようになって、光の損失、けられおよびクロストークの発生を防止するための拡大手段の拡大率の設定が容易になる。

【0025】スクリーンからの光を観察者の眼に導いて、スクリーンに形成された像の虚像を観察者に与える接眼光学系を備えるようにしてもよい。スクリーン上の映像を接眼光学系によってさらに拡大することが可能になり、提供する映像の視野を一層広くし、また、装置をより小型にすることができる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の映像表示装置について図面を参照しながら説明する。第1の実施形態の映像表示装置1の構成を図1に示す。図1は映像表示装置1の平面図である。映像表示装置1は、1対の液晶表示器11L、11R、1対の投射光学系12L、12R、スクリーン13、および回折光学素子14を備えている。

【0027】液晶表示器11L、11Rは透過型であり、液晶パネル上に2次元の映像を表示して、表示した映像によりバックライト光源からの光を変調して射出する。液晶表示器11L、11Rはそれぞれ観察者の左右の眼EL、ERに提供するための映像を表示する。液晶表示器11L、11Rに表示する2つの映像に視差をもたせることにより、立体感の高い映像を提供することができる。

【0028】投射光学系12L、12Rは、液晶表示器11L、11Rから射出された光をそれぞれスクリーン13に向けて投射して、スクリーン13上に結像させる。スクリーン13に形成される映像は、液晶表示器11L、11Rに表示された映像を拡大したもので、広い範囲にわたる。投射光学系12Lは、その射出瞳が観察者の左眼ELと同じ高さかつ左眼ELの近傍となる位置に配置されており、投射光学系12Rも同様に、その射出瞳が観察者の右眼ERと同じ高さかつ右眼ERの近傍となる位置に配置されている。観察者はスクリーン13への光の入射方向から、スクリーン13上の像を観察することになる。

【0029】投射光学系12L、12Rの光軸は平行であり、スクリーン13は投射光学系12L、12Rの光軸に対して垂直に配置されている。スクリーン13に形成される左眼用の映像と右眼用の映像は一部分が重なり

合う。

【0030】スクリーン13は再帰反射性を有しており、入射する光のほとんど全てを入射方向に反射する。投射光学系12L、12Rから投射された光はそれぞれ投射光学系12L、12Rに向けて反射されることになり、スクリーン13上で重なっている左眼用の映像と右眼用の映像の光は、観察者の位置では分離する。

【0031】回折光学素子14はホログラフィック光学素子であり、スクリーン13の反射面に近接して配置されている。回折光学素子14は、投射光学系12L、12Rからの光を透過させるとともに、回折させて、投射光学系12L、12Rからの光に含まれる液晶表示器11L、11Rの映像の各点からの光束を拡大する。

【0032】スクリーン13および回折光学素子14の一部を拡大して図2に示す。スクリーン13は、直径10 μ m程度またはそれ以下のごく微小なガラスビーズ13aを平面状に配置して、背面に反射膜13bを設けることにより作製されている。各ガラスビーズ13aに入射する光は、表面で屈折してビーズの背面に達し、反射膜13bで反射される。反射膜13bで反射された光は表面で再度屈折し、ガラスビーズ13aの直径以下の微小距離だけ入射光から離間して、入射光と平行な光路を進む。これにより再帰反射性が実現される。

【0033】回折光学素子14は、1次元の回折を生じさせるように設定されている。回折光学素子14による回折の方向は、左右の眼EL、ERの離間方向すなわち観察者の水平視野の方向である。回折光学素子14が、-1次、0次、+1次の3本の回折光を生じさせる場合を例にとって、光束の拡大について説明する。

【0034】投射光学系12L、12Rからの光に含まれる液晶表示器11L、11Rの映像の各点からの光束は、回折光学素子14を透過することにより、3本の光束となってスクリーン13に入射する。これら3本の光束はスクリーン13で再帰反射されて回折光学素子14の同一部位を透過し、それぞれ3本の光束となる。±1次の回折光の回折角 α は往路と復路で等しいため、回折光学素子14を2回透過した光束には進行方向が一致するものが生じる。その結果、映像の各点を表す光束は5本になる。

【0035】スクリーン13で反射された液晶表示器11L、11Rの映像の同一点からの光束の、投射光学系12L、12Rの位置での断面の例を図3に示す。観察者の垂直視野の方向（以下、垂直方向という）についての光束の幅DVは、投射光学系12L、12Rの射出瞳の径dと同じであるが、水平視野の方向（以下、水平方向という）についての光束の幅DHは、射出瞳径dよりも大きくなっている。すなわち、回折光学素子14による光束の拡大は異方的である。この例では、各光束が半径に略等しい距離ずつずれるようにしており、隣合う光束同士が重なっている。

【0036】映像の同一点を表す5本の光束のうち、中央の一本は投射光学系12L、12Rの射出瞳に向かい、観察者に対して内側の2本が眼EL、ERに映像を提供する光束となる。光束の水平方向の幅DHを大きくすることで、左右の端部にけられない映像を容易に提供することができる。また、光束の垂直方向の幅DVとなる投射光学系12L、12Rの射出瞳径dを、垂直視野に対応する程度の大きさとしておけば、上下の端部にけられない映像を提供することができる。

【0037】回折光学素子14がスクリーン13に近接しているため、回折光学素子14からスクリーン13に向かう3本の光束のスクリーン13上での結像位置は、きわめて接近しており、ほとんど同じ位置となる。したがって、スクリーン13に形成される像にぼけが生じることはなく、観察者に提供される映像の鮮明さが低下することはない。

【0038】回折光学素子14の回折条件、すなわち、何次の回折光を生じさせるか、回折光の回折角を何度とするか、回折光の強度比をどのようにするかは、回折光学素子14の設定次第で自由に定めることが可能である。したがって、回折角に依存する光束の水平方向の幅DHや、回折光の強度比に依存する光束の強度分布の設定の自由度は高い。

【0039】例えば、0次、±1次の3本の回折光が等強度となるように回折光学素子14を設定すると、映像の一点を表す5本の光束の強度比は、中央の光束に関して対称になって、中央から外側に3：2：1となる。また、±1次の回折光と0次の回折光の強度比が2：1となるように回折光学素子14を設定すると、映像の一点を表す5本の光束の強度比は、中央から外側に9：4：4となる。後者の設定では、眼EL、ERに映像を提供する2本の光束の強度を等しくすることができる。

【0040】なお、ここでは理解を容易にするために回折光学素子14が3本の回折光を生じさせる例を示したが、回折光学素子14の回折条件は自由に設定してよく、特に、回折光の数は多いほど好ましい。映像の同一点を表す光束の重なり合いを多くして、強度分布をより均一にできるからである。強度分布が均一であれば、どの方向に眼EL、ERを向けても、眼に入射する同一点を表す光の量が一定になって、映像の明るさに変動が生じない。

【0041】第2の実施形態の映像表示装置2の構成を図4に示す。図4は映像表示装置2の平面図である。映像表示装置2は、映像表示装置1に1対の接眼光学系15L、15Rを加えるとともに、回折光学素子14に代えて拡散板16を備えたものである。他の構成要素は映像表示装置1のものと同様であり、重複する説明は省略する。

【0042】観察者の眼EL、ERに入射するスクリーン13からの光は、接眼光学系15L、15Rの正のパ

ワーにより、スクリーン13よりも遠方の面Mから到来する光と等価になり、観察者は面M上に位置する拡大された虚像を観察することになる。したがって、映像表示装置2は、映像表示装置1よりもさらに広視野の映像を提供することが可能であり、視野を同程度とする場合は、より小型の装置となる。

【0043】拡散板16はスクリーン13の反射面に近接して配置されている。拡散板16は、投射光学系12L、12Rからの光を透過させるとともに、拡散させて、投射光学系12L、12Rからの光に含まれる液晶表示器11L、11Rの映像の各点からの光束を拡大する。

【0044】スクリーン13および拡散板16の一部を拡大して図5に示す。拡散板16は、直交する2方向で拡散の度合いが異なる異方拡散性を有しており、観察者の垂直視野の方向よりも水平視野の方向に大きく拡散するように配置されている。投射光学系12L、12Rからの光に含まれる映像の各点を表す光束は、拡散板16を透過することにより、垂直方向に拡散角 α 、水平方向に拡散角 β で拡散されて($\alpha < \beta$)、断面が楕円形となってスクリーン13に入射する。

【0045】スクリーン13によって再帰反射された光束は、拡散板16の同一部位を透過し、もう一度拡散される。このため、拡散板16を2回透過した後の光束の、垂直方向の拡散角は 2α 、水平方向の拡散角は 2β となる。なお、拡散板16がスクリーン13に近接しているため、スクリーン13に形成される像にぼけが生じないのは前述のとおりである。

【0046】スクリーン13で反射された液晶表示器11L、11Rの映像の同一点からの光束の、投射光学系12L、12Rの位置での断面を図6に示す。光束の垂直方向の幅DVも水平方向の幅DHも、投射光学系12L、12Rの射出瞳の径dよりも大きい、光束は水平方向により大きく拡大されている。

【0047】光束の水平方向の幅DHを大きくすることで、左右の端部にけられない映像を容易に提供することができる。また、光束の垂直方向の幅DVを、垂直視野に対応する大きさとすることで、上下の端部にけられない映像を提供することができる。映像表示装置1と異なり、光束は垂直方向にも拡大されるから、映像表示装置2では、投射光学系12L、12Rとして射出瞳径dのより小さい小型軽量のものを用いることができる。

【0048】第3の実施形態の映像表示装置3の構成を図7に示す。図7は映像表示装置3の側面図である。映像表示装置3は、映像表示装置1にハーフミラー17を追加して、液晶表示器11L、11Rおよび投射光学系12L、12Rの位置を変えるとともに、回折光学素子14に代えて別の回折光学素子18を備えたものである。

【0049】ハーフミラー17は観察者の眼EL、ER

とスクリーン13の間に、スクリーンに対して 45° 傾けて配置されている。投射光学系12L、12Rは、互いの光軸を平行にして、かつ光軸がハーフミラー17と 45° の角度で交差するように配置されている。ハーフミラー17は、投射光学系12L、12Rによって投射された光を反射してスクリーン13に導き、スクリーン13によって反射された光を透過させて観察者の眼EL、ERに導くコンバイナとして機能する。なお、各構成要素の位置や向きを変えて、ハーフミラー17が、投射光学系12L、12Rからの光を透過させてスクリーン13に導き、スクリーン13からの光を反射して眼EL、ERに導くようにしてもよい。

【0050】投射光学系12L、12Rは、ハーフミラー17に関して、観察者の眼EL、ERと対称な位置にそれぞれ配置されている。投射光学系12L、12Rの光軸はそれぞれ眼EL、ERの中心を通り、また、射出瞳はそれぞれ眼EL、ERと光学的に等価な位置にある。

【0051】スクリーン13および回折光学素子18の一部を拡大して図8に示す。回折光学素子18は、投射光学系12L、12Rからの光を透過させるとともに、回折させて、投射光学系12L、12Rからの光に含まれる液晶表示器11L、11Rの映像の各点からの光束を拡大する。回折光学素子18は、2枚の回折素子18a、18bを接合して成り、スクリーン13の反射面に近接して配置されている。回折素子18a、18bはそれぞれ1次元の回折を生じさせるように設定されているが、前者が水平方向に、後者が垂直方向に回折を生じさせるように配置されており、回折光学素子18全体としての回折は2次元となる。

【0052】回折素子18aと回折素子18bの回折条件の設定は異なり、光束は垂直方向よりも水平方向に大きく拡大される。回折素子18aが-1次、0次、+1次の3本の回折光を生じさせ、回折素子18bが-1次、+1次の2本の回折光を生じさせ、両者の±1次の回折角が等しい場合を例にとって光束の拡大について説明する。

【0053】回折素子18aによる水平方向の回折は、第1の実施形態で説明したように、投射光学系12L、12Rからの光に含まれる液晶表示器11L、11Rの映像の各点からの光束を、最終的に5本の光束とする。回折素子18bによる垂直方向の回折は、映像の各点からの光束をまず2本の光束とし、次いでそれぞれの光束を2本の光束とするが、それらのうちの2本は進行方向が一致するため、最終的には3本の光束とすることになる。結局、映像の一点を表す光束は、回折光学素子18によって、水平方向に5本、垂直方向に3本の計15本の光束とされる。

【0054】映像の同一点からの光束の観察者の眼EL、ERの位置での断面の例を図9に示す。ここでは、

各光束が半径に略等しい距離ずつずれるようにしており、隣合う光束同士が重なっている。光束の垂直方向の幅DVも水平方向の幅DHも、投射光学系12L、12Rの射出瞳の径dよりも大きい、光束は水平方向により大きく拡大されている。

【0055】投射光学系12L、12Rの光軸が眼EL、ERの中心を通るため、第1の実施形態の映像表示装置1と異なり、水平方向の5本の光束の全てを眼EL、ERに映像を提供する光として用いることが可能であり、したがって、光束の水平方向の幅DH全体を水平視野に対応させることができる。その結果、映像表示装置3では、観察者の眼EL、ERに入射する可能性のない光を皆無とすることが可能になり、左右方向および上下方向の周辺部にけられがないだけでなく、より明るい映像を提供することができる。

【0056】回折光学素子18の回折条件は自由に設定してよい。例えば、回折素子18a、18bの回折光に同じ回折次数のものを含めたり、それらの回折角を等しくしたりする例示した設定は、必須ではない。また、前述のように、回折光の数を多くして重なり合いを多くすることにより、映像の同一点を表す光束の強度分布を均一にすると、眼の向きによって映像の明るさが変動するのを防止することができて好ましい。

【0057】第4の実施形態の映像表示装置4の構成を図10、図11および図12に示す。これらの図はそれぞれ、映像表示装置4の側面図、平面図および正面図である。映像表示装置4は、映像表示装置3に接眼光学系15L、15Rを追加するとともに、回折光学素子18に代えて拡散板19を備えたものである。接眼光学系15L、15Rを備えたことにより、観察者はスクリーン13よりも遠方に位置する拡大された虚像を観察することになる。

【0058】スクリーン13および拡散板19の一部を拡大して図13に示す。拡散板19は、スクリーン13に近接して配置されており、投射光学系12L、12Rからの光を透過させるとともに、拡散させて、投射光学

$$2 \cdot r \cdot \sin(\theta/2) \leq D \leq 2 \cdot \{W - r \cdot \sin(\theta/2)\}$$

…式1 (再掲)

【0063】回旋中心と瞳孔との距離r、水平視野角 θ 、および左右の眼の間隔Wに、成人の標準的な値であ

$$16\text{ mm} \leq D \leq 104\text{ mm}$$

【0064】一方、光束の幅Dは、拡散板19の拡散角 α の正接に、スクリーン13から眼EL、ERまでの距離

$$D = d + 2 \cdot L \cdot \tan \alpha$$

【0065】映像表示装置4の設定の具体的な一例を示すと、投射光学系12L、12Rの射出瞳径dは2mm、スクリーン13から眼EL、ERまでの距離Lは1

$$3^\circ \leq \alpha \leq 18^\circ$$

【0066】式4の右側の不等号の関係によりクロストークの防止が確保される。ただし、拡散角 α が大きくな

系12L、12Rからの光に含まれる液晶表示器11L、11Rの映像の各点からの光束を拡大する。拡散板19の拡散性は等方的であり、光束は水平方向と垂直方向に同じ率で拡大される。光束は拡散板19を2回透過することにより、拡散板19の拡散角 α の2倍拡散される。観察者の眼EL、ERの位置での光束の断面を図14に示す。光束の幅Dはどの方向についても同じである。

【0059】映像表示装置4では、けられと同時にクロストークも確実に防止するように、光束の幅Dおよび拡散角 α を定めている。映像表示装置4における映像の同一点を表す光束の幅Dの設定について、図15を参照しながら説明する。図15において、Aは眼EL、ERの中心視軸、Bは左眼ELの回旋中心と右眼ERの回旋中心を結ぶ直線、Pは眼EL、ERの瞳孔、rは回旋中心から瞳孔Pまでの距離、 θ は水平視野角、Wは左右の眼EL、ERの間隔すなわち回旋中心間の距離である。

【0060】瞳孔Pが水平視野角の範囲内でとり得る位置範囲の直線Bの方向についての幅は、水平視野角に対応する眼球の弦の長さ $2 \cdot r \cdot \sin(\theta/2)$ である。眼EL、ERの位置における光束の直線B方向の幅がこの式の値以上であれば、眼EL、ERの向きにかかわらず瞳孔Pが光束の内部に収まることになり、けられは生じない。

【0061】一方の眼に他方の眼の瞳孔Pが水平視野角の範囲内で最も接近するときの、一方の眼の回旋中心から他方の眼の瞳孔Pまでの直線B方向の間隔は、 $W - r \cdot \sin(\theta/2)$ である。眼EL、ERの位置における光束の直線B方向の幅の1/2がこの式の値以下であれば、一方の眼に与えるべき光束の中に他方の瞳孔Pが入ることはなく、クロストークは発生しない。

【0062】したがって、観察者の眼EL、ERの位置における光束の直線B方向の幅Dが式1を満たせば、けられもクロストークも発生することはない。映像表示装置4はこの関係を満たすように設定されている。

る9mm、 120° および60mmをそれぞれ代入すると、式2となる。

…式2

離Lを乗じた値の2倍に、投射光学系12L、12Rの射出瞳径dを加えた値で近似され、式3で表される。

…式3

50mmであり、式2を満たすために、拡散板19の拡散角 α は式4の範囲とされている。

…式4

るにつれて、提供する画像の明るさは低下し、また、観察者の眼EL、ERに入射する可能性のない光が増大す

ることになる。したがって、拡散角 α を 3° 程度として、光の利用効率を高めて、より明るい画像を提供するようにしている。

【0067】なお、本実施形態では、等方的な拡散板19を用いて光束の拡大率を水平方向と垂直方向で同じにしているが、第1ないし第3の実施形態で説明したように、水平方向の拡大率を垂直方向の拡大率よりも大きくするようにしてもよい。また、偏光板19に代えて回折光学素子によって光束の拡大を行うようにしてよい。

【0068】式1の範囲内であれば、映像のあらゆる点からの光束について幅Dを一定にする必要はなく、映像の部位ごとに光束の幅Dを変えることもできる。映像の周辺部は中央部よりもけられが生じ易いが、周辺部の各点を表す光束を中央部の各点を表す光束よりも大きく拡大することで、けられを生じさせないための条件設定が容易になる。

【0069】映像の部位間で光束の拡大率を変える場合、拡大率が連続して変化するようにしてもよく、段階的に変化するようにしてもよい。拡散板で光束の拡大を行う場合、中央から周辺に向かって拡散角 α を連続して大きくすることで拡大率を連続的に変化させることができ、所定の範囲ごとに拡散角 α を一定とすることで、拡大率を段階的に変化させることができる。

【0070】回折光学素子で光束の拡大を行う場合は、同一次数の回折光の回折角を連続して変化させたり、段階的に変化させたりすることで同じ結果が得られる。また、例えば、映像の中央部で0次および ± 1 次の回折を生じさせ、周辺部で0次、 ± 1 次および ± 2 次の回折を生じさせるというように、取り出す回折光の数を変えることで、拡大率を段階的に変化させることもできる。

【0071】光束の拡大率を映像の中央部よりも周辺部で大きくすることは、映像表示装置4に限らず、第1～第3の実施形態の映像表示装置1～3にも適用可能である。拡大率を大きくすると映像の明るさは低下することになるが、主たる観察対象ではない周辺部の明るさが多少低下しても、映像の質への影響は僅かである。

【0072】上記の各実施形態では、光束を拡大する手段として回折光学素子または拡散板を用いたが、プリズムアレイも光束拡大手段として利用することができる。光束を拡大するためのプリズムアレイの例を図16に示す。図16の(a)に示したプリズムアレイ21は、略 $50\mu\text{m}$ のピッチで多数の直角プリズム21aを平行に配置したものであり、光束を1方向に拡大するのに用いられる。

【0073】図16の(b)に示したプリズムアレイ22は、プリズムアレイ21のプリズム21aに、その長さ方向に垂直な方向にも互いに直交する傾斜面を設けて、プリズム21aを分割してプリズム22aとしたものである。プリズムアレイ22は、光束を直交する2方向に異なる拡大率で拡大するのに用いられる。プリズム

アレイ21、22は、平坦な面をスクリーン13に向けて、スクリーン13に近接して配置する。

【0074】各実施形態の映像表示装置1～4では、臨場感を高めるために、視差があるだけでなく、広視野すなわち広い範囲を表す映像を提供する。観察者の左右の眼に与える映像の範囲をできるだけ広くするためには、左右の映像が表す範囲を同じにするのではなく、左眼用の映像と右眼用の映像に共通の範囲を設けながらも、左眼用の映像のみに含まれる範囲と右眼用の映像のみに含まれる範囲を設けるのが好ましい。

【0075】映像が表す範囲のこのような設定を、図17に模式的に示す。図17において、(a)は左眼用の映像の範囲VLと右眼用の映像の範囲VRを表しており、(b)は観察者が視覚を通じて脳で認識する映像の全範囲を表している。斜線を付した部分は、左眼用の映像範囲VLと右眼用の映像範囲VRに共通の範囲である。

【0076】観察者が認識する全範囲のうち共通の範囲の明るさは、左眼用の映像の光と右眼用の映像の光が重なるため、残りの範囲の2倍となる。その結果、共通の範囲と残りの範囲とで明るさに大きな差異が生じ、共通の範囲の左右の端縁である境界線Cが観察者に明確に認識され、大きな違和感を招くことになる。

【0077】映像表示装置1～4では、この不都合を回避するための手段を液晶表示器11L、11Rに備えている。左眼用の映像の光を表示する液晶表示器11Lの平面図を図18に示す。バックライト光源11aはメタルハライドランプ11bと放物面リフレクタ11cより成り、バックライト光源11aと液晶パネル11pの間に、液晶パネル11pの表示範囲11qに対応する矩形の開口11eを有する遮光板11dが配置されている。

【0078】遮光板11dの正面図を図19に示す。遮光板11dの開口11eの端部(右眼用の映像を表示する液晶表示器11R側の端部)には、開口11eの水平方向の大きさの $1/8$ 程度の幅を有する垂直方向に細長いNDフィルタ11fが設けられている。NDフィルタ11fの透過率は、遮光板11dの枠部から開口11eの方向に向かって増大するように設定されており、枠部側で0%、開口側で100%である。右眼用の映像を表示する液晶表示器11Rも同様の構成であり、遮光板の開口の液晶表示器11L側の端部にNDフィルタ11fを備えている。

【0079】このように、液晶表示器11L、11RにNDフィルタ11fを備えたことで、左眼用の映像と右眼用の映像の共通の範囲の端部の光量を徐々に低下させることができ、図17の(b)に示した境界線Cが明確に認識されることがなくなる。なお、NDフィルタ11fを設けた遮光板11dを、バックライト光源11aと液晶パネル11pの間に配置するのではなく、液晶パネル11pに関してバックライト光源11aの反対側に配

置するようにしてもよい。また、その配置では、NDフィルタ11fに代えて遮光膜を設けるとともに、液晶パネル11pと遮光膜の距離を大きくして、光が遮光膜の裏側にも回ることを利用して境界線Cの不明確化を図るようにしてもよい。

【0080】NDフィルタ11fにより境界線Cを不明確にすることは、透過型の液晶表示器11L、11Rに代えて、反射型の液晶表示器で映像を表示する場合にも有効である。反射型の液晶表示器により映像を表示する構成を図20に示す。

【0081】反射型の液晶表示器11'は、ランプ11b'とリフレクタ11c'より成る光源11a'、反射型液晶パネル11p'、遮光板11d'、偏光板11g、および偏光分離(PBS)板11hより成る。光源11a'は、その光軸が液晶パネル11p'と平行になるように配置されている。偏光分離板11hは、入射するP偏光を透過させ、S偏光を反射するもので、液晶パネル11p'に対して45°傾けて配置されている。偏光板11gは偏光分離板11hに対してS偏光となる直線偏光のみを透過させるもので、光源11a'と偏光分離板11hの間に配置されている。

【0082】遮光板11d'は、図19に示した遮光板11dと同様のもので、液晶パネル11p'の表示範囲11q'に対応する開口11e'と、その一端に設けられたNDフィルタ11f'を有する。遮光板11d'は、偏光分離板11hと平行に、偏光分離板11hに関して液晶パネル11p'の反対側に配置されている。

【0083】光源11a'からの無偏光の光は、偏光板11gによって直線偏光とされ、S偏光として偏光分離板11hに入射し、液晶パネル11p'に向けて反射される。液晶パネル11p'に入射した光は反射されるとともに、表示した映像に応じて変調されて、偏光分離板11hに対してP偏光とS偏光の両偏光を含む光となる。液晶パネル11p'からの光は、偏光分離板11hに再入射し、P偏光のみがこれを透過して、映像を表す光となる。偏光分離板11hを透過した映像を表す光は、遮光板11d'の開口11e'を通過する際にNDフィルター11f'によって端部の光量を低減されて、図外の投射光学系に至る。

【0084】映像表示装置1~4では、このような反射型の液晶表示器11'で映像を表示することも可能である。透過型と反射型の液晶表示器のいずれを用いるかは、自由に選択してよい。

【0085】

【発明の効果】再帰反射性を有するスクリーンと、表示手段と、投射光学系と、表示手段の各点からの光束を直交する2方向で拡大率が異なるように拡大する拡大手段を備えた本発明の映像表示装置では、映像の各点を表す光束の径を人の水平視野角と垂直視野角に応じて設定することが容易である。このため、光束径が垂直方向に過

大になることと水平方向に過小になることの双方を同時に防止することができ、明るくかつつけられない質の高い映像を提供することが可能である。しかも、投射光学系として射出瞳の大きい大型のものを使用する必要がないから、小型軽量の装置となる。

【0086】拡大手段として表示手段の各点からの光束を1方向に拡大するものを備えると、拡大手段自体を簡素な構成とすることができる。

【0087】拡大手段として表示手段の各点からの光束を直交する2方向に拡大するものを備える構成では、射出瞳のより小さな投射光学系を用いることが可能になり、装置が一層小型軽量になる。

【0088】拡大手段として光束を回折により分離して拡大する回折素子を用いると、光束の拡大の程度を自由に設定することができるため、拡大率の設定が容易である。また、拡大後の光束の強度分布も自由に設定することができるため、拡大後の光束の強度を中央部から周辺部まで略均一にして、提供する映像の明るさを眼の向きにかかわらず一定にすることが可能になる。

【0089】再帰反射性を有するスクリーンと、1対の表示手段と、1対の投射光学系と、表示手段の各点からの光束を拡大する拡大手段とを備えて、式1の関係を満たすようにした映像表示装置では、左右の眼に視差のある映像を与えて立体感を高めることができる。しかも、映像にけられやクロストークが生じるのを確実に防止することが可能であり、観察者に高い臨場感を提供することができる。

【0090】拡大手段が、表示手段の周辺部の各点からの光束を、表示手段の中央部の各点からの光束よりも大きな拡大率で拡大するようにした構成では、けられの発生防止が容易になる。

【0091】コンバイナを備える構成では、観察者の眼を投射光学系と等価な位置またはそのごく近傍に配置することができて、拡大手段の拡大率の設定が容易になる。

【0092】接眼光学系を備える構成では、スクリーン上の映像を接眼光学系によってさらに拡大することが可能になり、提供する映像の視野を一層広くすることができる。また、投射光学系から再帰反射面までの距離を短くして、装置を一層小型にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施形態の映像表示装置の平面図。

【図2】 第1の実施形態の映像表示装置のスクリーンと回折光学素子の拡大平面図。

【図3】 第1の実施形態の映像表示装置における映像の各点を表す光束の投射光学系の位置での断面図。

【図4】 第2の実施形態の映像表示装置の平面図。

【図5】 第2の実施形態の映像表示装置のスクリーンと拡散板の拡大斜視図。

【図6】 第2の実施形態の映像表示装置における映像

の各点を表す光束の投射光学系の位置での断面図。

【図 7】 第 3 の実施形態の映像表示装置の側面図。

【図 8】 第 3 の実施形態の映像表示装置のスクリーンと回折光学素子の拡大斜視図。

【図 9】 第 3 の実施形態の映像表示装置における映像の各点を表す光束の観察者の眼の位置での断面図。

【図 10】 第 4 の実施形態の映像表示装置の側面図。

【図 11】 第 4 の実施形態の映像表示装置の平面図。

【図 12】 第 4 の実施形態の映像表示装置の正面図。

【図 13】 第 4 の実施形態の映像表示装置のスクリーンと拡散板の拡大平面図。

【図 14】 第 4 の実施形態の映像表示装置における映像の各点を表す光束の観察者の眼の位置での断面図。

【図 15】 第 4 の実施形態の映像表示装置における映像の各点を表す光束の幅の設定原理を示す図。

【図 16】 各実施形態の映像表示装置で光束の拡大に代用されるプリズムアレイの斜視図。

【図 17】 各実施形態の映像表示装置で表示される左右の映像の範囲と観察者に認識される範囲を模式的に示す図。

【図 18】 各実施形態の映像表示装置の透過型の液晶表示器の平面図。

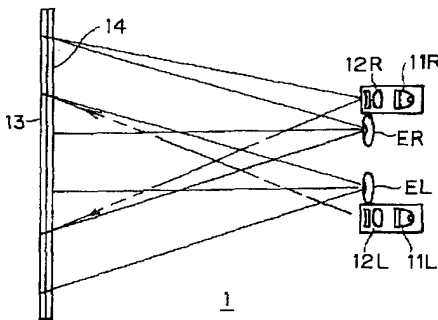
【図 19】 各実施形態の映像表示装置の液晶表示器に備えられた遮光板の正面図。

【図 20】 各実施形態の映像表示装置で代用される反射型の液晶表示器の平面図。

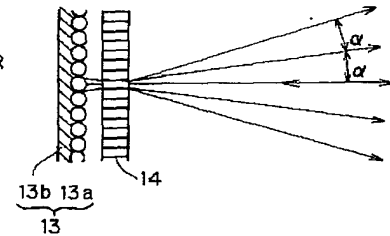
【符号の説明】

1、2、3、4	映像表示装置
11L、11R	液晶表示器 (表示手段)
12L、12R	投射光学系
13	再帰反射性スクリーン
14	回折光学素子 (拡大手段)
15L、15R	接眼光学系
16	拡散板 (拡大手段)
17	ハーフミラー (コンバイナ)
18	回折光学素子 (拡大手段)
19	拡散板 (拡大手段)
21、22	プリズムアレイ (拡大手段)
11p、11p'	液晶パネル
11a、11a'	光源
11b、11b'	ランプ
11c、11c'	リフレクタ
11d、11d'	遮光板
11e、11e'	開口
11f、11f'	NDフィルタ
11g	偏光板
11h	偏光分離板

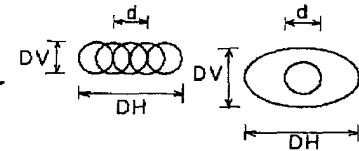
【図 1】



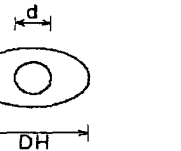
【図 2】



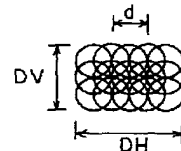
【図 3】



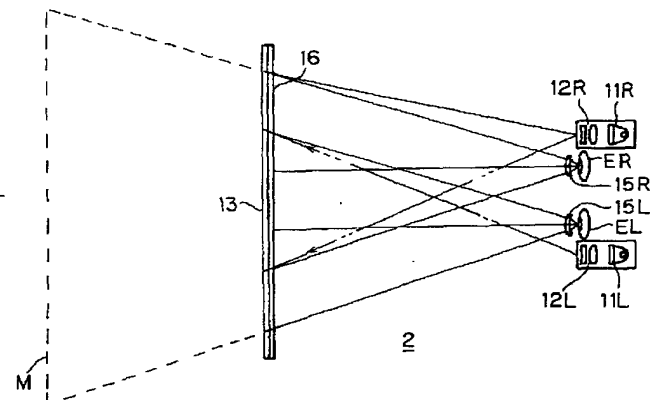
【図 6】



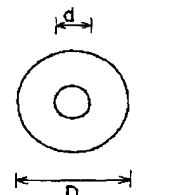
【図 9】



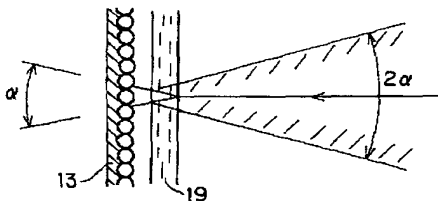
【図 4】



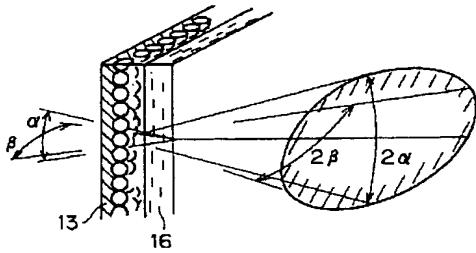
【図 14】



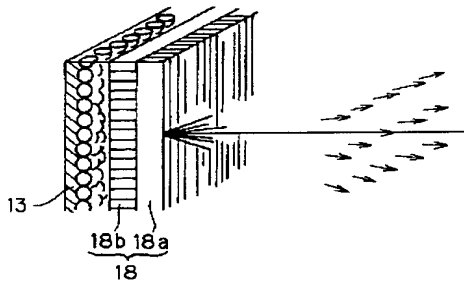
【図 13】



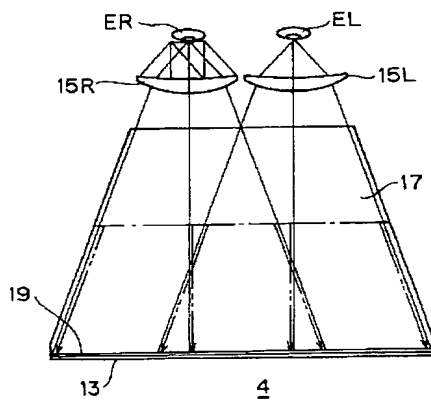
【図 5】



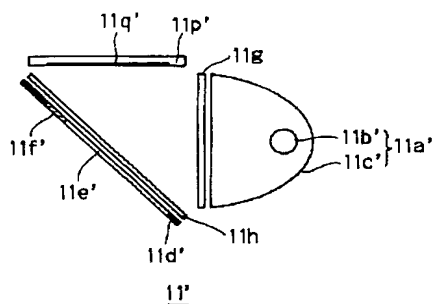
【図 8】



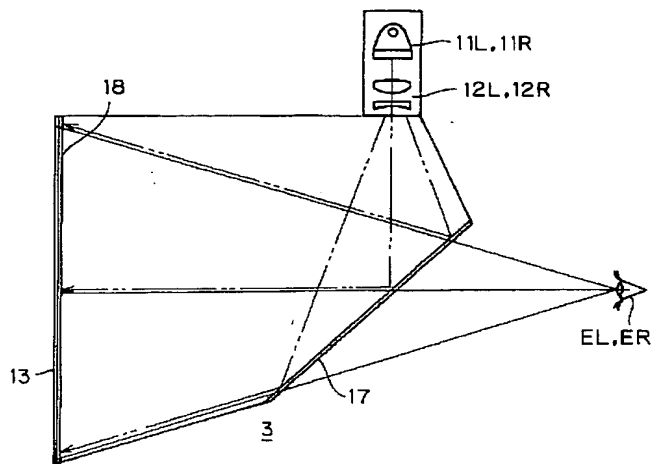
【図 11】



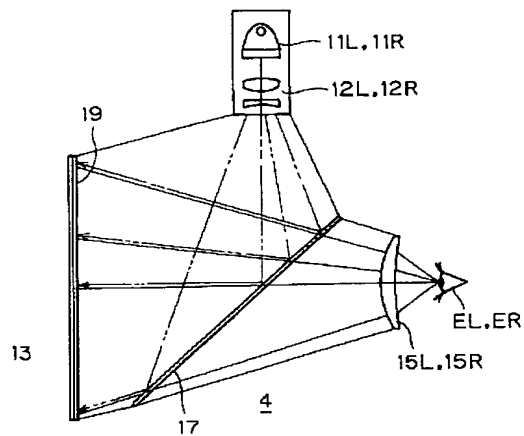
【図 20】



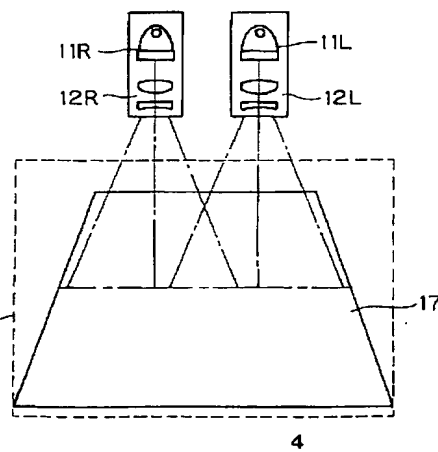
【図 7】



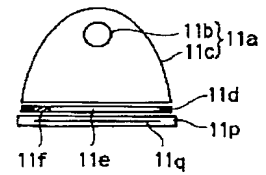
【図 10】



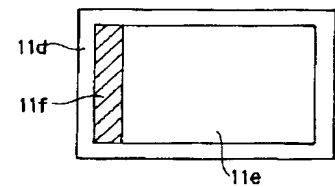
【図 12】



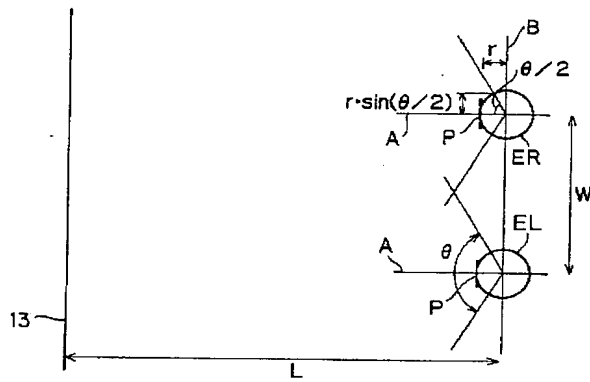
【図 18】



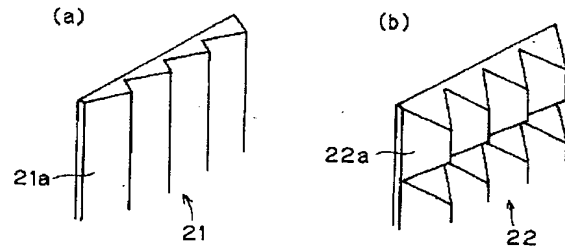
【図 19】



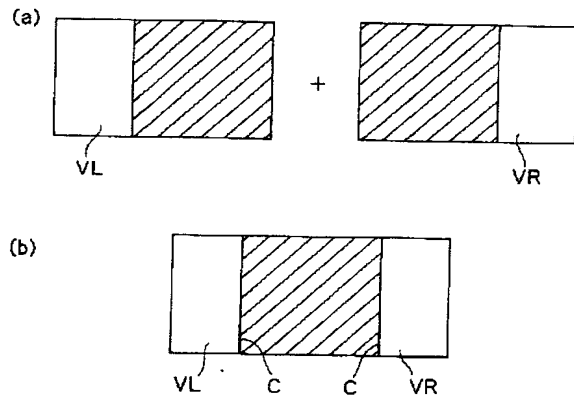
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 小林 恭
 大阪府中央区安土町二丁目3番13号 大阪
 国際ビル ミノルタ株式会社内
 (72)発明者 笠井 一郎
 大阪府中央区安土町二丁目3番13号 大阪
 国際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 遠藤 毅
 大阪府中央区安土町二丁目3番13号 大阪
 国際ビル ミノルタ株式会社内
 (72)発明者 谷尻 靖
 大阪府中央区安土町二丁目3番13号 大阪
 国際ビル ミノルタ株式会社内

Fターム(参考) 2H021 BA01 BA04
 5G435 AA01 AA03 AA18 BB12 BB17
 CC11 DD02 DD06 FF03 FF05
 FF06 GG09 HH04 LL15